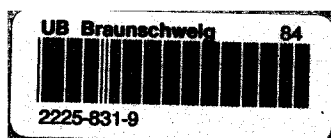
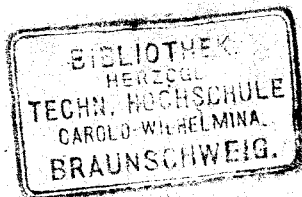




2225 831





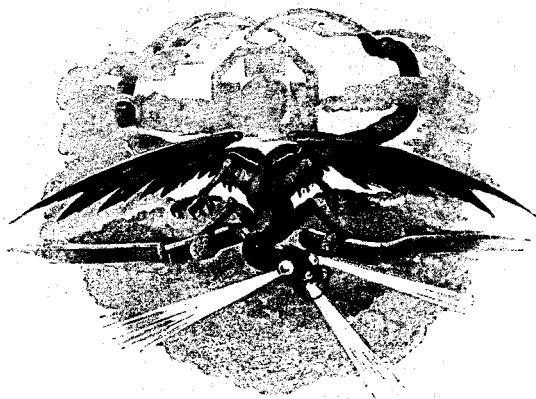


Die elektrische Licht- und Kraftübertragungs-Anlage

der

Harzer Werke zu Rübeland

von Prof. W. Peukert



ausgeführt von der

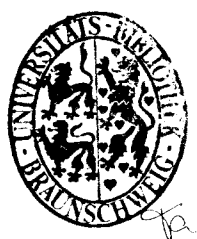
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft

vormals

SCHUCKERT & C^o.

Technisches Bureau Magdeburg

1897.





Diese in vielfacher Beziehung höchst interessante Anlage, die vor Kurzem dem Betriebe übergeben wurde, soll in folgendem beschrieben werden.

Die Harzer Werke besitzen zu Rübeland zwei bis dahin nicht verwerthete Wasserkräfte der Bode, welche zur Erzeugung von elektrischer Energie benutzt werden sollten, die einer oder zwei Sekundärstationen zuzuführen war, um hier Beleuchtungs- und Arbeitszwecken zu dienen. Eine Wasserkraft von ca. 75 P. S. stand in Neuwerk zur Verfügung, eine andere etwa 40 P. S. repräsentirende in einer Entfernung von rund 1100 Meter von der ersteren in der sog. Achsensmiede. (Siehe Lageplan Figur 1.) Die Energie dieser beiden Wasserkräfte sollte nun zunächst nach einer Sekundärstation (Garkenholz), welche nahezu 1500 Meter von der Achsensmiede entfernt liegt, übertragen und hier zur elektrischen Beleuchtung und zum Betriebe von Elektromotoren dienen.

Behufs Ausführung dieser Anlage hatten die Harzer Werke vier erste elektrotechnische Firmen zur Ein-

reichung von Projekten aufgefordert, von welchen dann jenes der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. in Nürnberg zur thatsächlichen Ausführung gewählt wurde. Bei den hier in Betracht kommenden ziemlich grossen Entfernungen musste, um die Anlage rentabel zu machen, eine hohe Betriebsspannung gewählt werden, aus diesem Grunde lag es nahe, die Uebertragung mit hochgespanntem Wechselstrom auszuführen, in der That hatten auch die Firmen bei ihren Projekten Drehstrom von hoher Spannung gewählt und nur bei einem Projekte war Gleichstrom zur Anwendung gekommen. Die Ausführung des Projektes wurde von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. bzw. ihrem technischen Bureau Magdeburg denn auch bald in Angriff genommen und unter Leitung des Ingenieurs Herrn Heym ausgeführt, so dass die Anlage mit April dieses Jahres dem Betriebe übergeben werden konnte.

Die ganze Anlage umfasst zwei Primär- und zunächst eine Sekundärstation, eine zweite ist noch in Aussicht genommen; in den beiden Primärstationen, welche in Parallelschaltung arbeiten, wird 3phasiger Wechselstrom mit einer Betriebsspannung von 2000 Volt erzeugt und dieser nach der Sekundärstation geleitet, wo er direkt einem Drehstrommotor zugeführt wird, welcher zum Betriebe einer Gleichstrom-Dynamomaschine dient. Es soll nun hier zunächst diese in mancher Beziehung Neues zeigende Anlage, welche typisch für viele andere werden dürfte, etwas eingehender beschrieben und dann einige der Versuche mitgeteilt werden, welche gelegentlich der Abnahme der Anlage vorgenommen wurden.

Die Ausführung der Turbinen-Anlagen auf beiden Primärstationen übernahm der Ingenieur für Mühlenbau Herr Fr. Schlee in Halle a. S. als Vertreter der Abtheilung für Mühlenbau der Zeitzer Eisengiesserei und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Zeitz. Zur Aufstellung kam je eine Girard-Turbine, welche mittelst Riemen

die Dynamomaschinen treiben. Die Turbine in der Station Neuwerk ist für ein Gefälle von 7.0 m und für ein Wasserquantum von 2000 Liter per Sekunde konstruiert, die in der Achsensmiede für ein Gefälle von 4.2 m und für ein sekundliches Wasserquantum von 1500 Liter. Die Anordnung dieser Turbinen ist aus den Fig. 2a und 3 zu entnehmen. Zur Regulierung des Aufschlagwassers sind die Leitradkränze mit Ringschieber versehen, die Regulierung erfolgt vom Maschinenraum aus. Eine schmiedeeiserne Haube nebst Zuführungsrohr dienen zur Leitung des Wassers auf die Turbine. Die Turbinen arbeiten auf ein Vorgelege, von welchem der Antrieb der Dynamomaschinen erfolgt.

In der Primärstation Neuwerk Fig. 2b u. 2c dient zur Stromerzeugung eine Schuckert'sche Drehstromdynamo, Mod. WJd 40 für 100 Polwechsel und $3 \times 11,5$ Amp. bei 2000 Volt, welche 40000 Watt bei 750 Umdrehungen pro Minute bei einem Kraftbedarf von 60 P. S. leistet.

Die Maschine ist 8polig, gehört der bekannten Induktionstype an mit rotirender Erregerwicklung und feststehendem Anker. Die Maschine liefert 3 Wechselströme mit einer Phasenverschiebung von je $\frac{1}{3}$ Periode, diese Ströme werden aus feststehenden Klemmen abgeleitet, zwischen welchen eine Spannungsdifferenz von 2000 Volt besteht. Zur Erregung des rotirenden Elektromagneten dient eine Gleichstrommaschine Mod. AF 1 mit Verbundwicklung für 65 Volt und 15 Amp. bei 1410 minutlichen Umdrehungen und 1,8 P. S. Kraftbedarf. Der Antrieb dieser Maschine erfolgt gleichfalls mittelst Riemen von dem Turbinen-Vorgelege aus. Der von der Maschine erzeugte Dreiphasenstrom wird zunächst einer Schalttafel aus Marmor zugeführt, von wo aus er dann in die Fernleitung übertritt. Eine schematische Darstellung der am Schaltbrette getroffenen Einrichtungen lässt Fig. 4 erkennen. Die Anordnung sämtlicher Apparate ist ausserordentlich übersichtlich und so zweckmässig, dass ihre Handhabung eine möglichst ein-

fache ist, und dadurch eine hohe Betriebssicherheit gewährt wird. Alle jene Theile der Leitungen, welche unter hoher Spannung stehen, sind so angeordnet, dass eine zufällige Berührung derselben ausgeschlossen erscheint. Jede Hochspannungsleitung enthält eine Abschmelzsicherung der bekannten Schuckert'schen Konstruktion, welche den an solche Sicherungen zu stellenden Anforderungen bestens entspricht. Zur Messung der Stromstärke dient ein Hitzdraht-Ampèremeter von Hartmann & Braun, die Spannungsmessung erfolgt an einem mit einem Messtransformator verbundenen Schuckert'schen Voltmeter. Besondere Erwähnung verdienen die Minimalstromausschalter, durch welche bei einem Bruch der Hochspannungsleitung diese stromlos wird, indem dann der Erregerstrom selbstthätig unterbrochen und so die Strom liefernde Maschine selbst stromlos wird. Die prinzipielle Einrichtung und Wirkung dieser Minimalstromrelais lässt sich aus der Figur unschwer erkennen. In jede der 3 Leitungen ist ein Elektromagnet eingeschaltet, dessen Anker ein um eine Achse drehbares Aluminiumsegment ist, welches in Folge der Induktionswirkung so lange in der gezeichneten Lage erhalten wird, als Wechselstrom durch die Spule fließt. Wird nun aus irgend einem Grunde eine Leitung stromlos etwa durch Reißen oder Brechen des Drahtes, so tritt der in der betreffenden Leitung befindliche Minimalausschalter in Aktion, der Aluminium-Anker fällt zurück und stellt dadurch einen Kontakt bei a her, dadurch wird der in den Erregerstromkreis geschaltete automatische Magnetausschalter bethätigt, was zur Folge hat, dass die Erregerwicklung M der Drehstrommaschine aus dem Erregerstromkreise ausgeschaltet und dafür ein Ersatzwiderstand R eingeschaltet wird. Die Drehstrommaschine und die Hochspannungsleitungen werden dadurch stromlos und auf diese Weise allen Gefahren, welche ein Drahtbruch mit sich bringen könnte, vorgebeugt. Die Wirkung der Apparate ergibt sich ohne Weiteres aus der Figur. Um die Beschreibung

der Schaltbrett-Einrichtung zu vervollständigen, mag noch erwähnt werden, dass in dem Erregerstromkreise auch ein Regulirwiderstand ist, so dass mit diesem und dem Nebenschlussregulator die Erregung innerhalb ziemlich weiter Grenzen variiert und reguliert werden kann. Die in der Figur angedeutete automatische Fallschutz-Vorrichtung ist nicht zur Ausführung gekommen. Jede der drei Hauptleitungen ist zum Schutze der Maschinen gegen atmosphärische Entladungen mit einer Blitzschutzvorrichtung versehen, bei welcher durch eine elektromechanische Wirkung die Entstehung eines dauernden Lichtbogens verhindert wird.

Von dem Schaltbrett führt die Fernleitung nach der zweiten Primärstation, der Achsenschieme. Die Freileitung ist hergestellt aus 3 hartgezogenen Kupferdrähten von 3 mm Durchmesser. Wie aus dem Lageplan zu entnehmen, ist die Leitung längs der Bode geführt und an Masten mittelst Doppelmantelisolatorengeköpfe befestigt. Um eine Induktionswirkung dieser Leitungen auf die von denselben Masten getragene Fernsprechleitung zu verhindern, ist bei ersteren von einer besonderen Schleifenführung Gebrauch gemacht worden.

Eine analoge Einrichtung besitzt die zweite Primärstation Achsenschieme. Fig. 3b, 3c u. 3d. In dieser ist eine Drehstromdynamo Mod. WAd 15 für 100 Polwechsel $3 \times 4,5$ Amp. bei 1960 Volt und einer Leistung von 15000 Watt aufgestellt. Der Kraftbedarf dieser Maschine soll 24 P. S. betragen, die Umdrehungszahl 1000. Die Maschine gehört dem Aussenpoltypus an, mit rotirendem Anker, die Hochspannungsströme werden an drei auf der Axe sitzenden Schleifringen abgenommen. Zur Erregung der feststehenden Magnete dient eine Gleichstrommaschine desselben Modells wie in der ersten Station. Die Schaltbrett-Einrichtungen der früheren Station finden wir auch hier wieder, ausserdem sind aber noch die Vorrichtungen zum Parallelschalten der Maschinen, nämlich ein Synchronismusanzeiger in Verbindung mit 2 Messtransformatoren

und zwei Spannungsmessern nebst Phasenlampe und einem dazu gehörigen zweipoligen Umschalter für 4 Stromkreise. Die Verbindung dieser Apparate untereinander zeigt Fig. 5, in welcher auch die 3 an diesem Schaltbrett noch befindlichen dreipoligen Hochspannungsausschalter angedeutet sind. Die Einrichtungen für die noch zu führende Leitung nach einer zweiten zu errichtenden Sekundärstation Rübeland sollen erst später ausgeführt werden.

Die Einrichtung ist so getroffen, dass auf dieser Station sowohl die Parallelschaltung der beiden Primärmaschinen als auch die Einschaltung des auf der Sekundärstation aufgestellten synchronen Drehstrommotors erfolgen kann. Bei einer solchen Parallelschaltung müssen bekanntlich, vorausgesetzt, dass die Mehrphasenstrommaschinen so an die Sammelschienen angeschlossen sind, dass die Drehfelder der Maschinen ein und dieselbe Drehrichtung haben, folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein: die zuzuschaltende Maschine muss im Augenblicke des Zuschaltens dieselbe Spannung haben, mit derselben Polwechselzahl laufen und die gleiche Phasenstellung haben wie die bereits im Betrieb befindliche Maschine. Zur Kontrolle der ersten Bedingung dienen 2 Voltmeter, von denen das eine die Spannung an den Sammelschienen, das andere die Spannung der zuzuschaltenden Maschine anzeigt. Die zweite Bedingung wird erfüllt durch Regulierung des Antriebsmotors also hier der Turbine. Die dritte Bedingung wird festgestellt durch einen Synchronismuszeiger oder Synchronometer. Dieser wird gebildet durch ein Voltmeter, zu welchem eine Glühlampe (Phasenlampe) parallel geschaltet ist. Die Verbindung dieses Voltmeters mit den Messtransformatoren zeigt die Figur, der Zeiger dieses Voltmeters schwingt nämlich so lange hin und her, als die Phasen der Maschinen von einander abweichen. Je mehr sich die Phasen nähern, was durch vorsichtige Regulierung der Umdrehungszahl des Antriebsmotors erreicht wird, desto ruhiger und langsamer wandert der Zeiger über die Scala. Unter fortwährender Vergleichung

der beiden Maschinen-Voltmeter ist mit dem Parallelschalten so lange zu warten, bis der Zeiger des Synchronometers langsam auf die Marke kommt, welche für den erreichten Synchronismus gültig ist. Die zu dem Synchronismuszeiger parallel geschaltete Glühlampe zeigt entsprechend den Schwingungen desselben ein periodisches Glühen und Verlöschen. Sobald der Synchronismus erreicht ist, der Zeiger sich also auf die Synchronmarke eingestellt hat, zeigt die Glühlampe ihre grösste Helligkeit. In diesem Augenblicke ist der Schalter der zuzuschaltenden Maschine zu schliessen. Um die zugeschaltete Maschine zur Stromlieferung heranzuziehen, muss die Kraftzufuhr für diese erhöht werden und in demselben Maasse die Kraftzufuhr für die im Betrieb befindliche Maschine herabgemindert werden, bis die parallel laufenden Maschinen sich nahezu gleichmässig in die Stromlieferung theilen. Eine solche Parallelschaltung erfordert nur kurze Zeit und vollzieht sich vollständig sicher und anstandslos. Auch hier sind wieder Minimalstromunterbrecher gleicher Einrichtung wie auf der ersten Station vorhanden.

Die Hochspannungsleitung führt von dieser Station nach der Sekundärstation Garkenholz und besteht wieder aus 3 hartgezogenen Kupferdrähten von 3 mm Durchmesser. (Siehe Lageplan Fig. 1.)

Die wesentliche Einrichtung der Sekundärstation lässt Fig. 6a, 6b, 6c u. 6d erkennen. Aufgestellt ist hier ein Drehstrom-Synchronmotor, Mod. WJd 30, für eine Leistung von 35 P. S. und 750 Umdrehungen bei einem elektrischen Energiebedarf von 29000 Watt bei 1920 Volt. Dieser Motor treibt mittelst Riemen eine Gleichstromdynamomaschine Mod. AF 21 mit Nebenschlusswicklung für eine Leistung von 21000 Watt bei 33 P. S. Kraftbedarf. Ferner befindet sich hier eine Accumulatoren-Batterie, geliefert von der Accumulatoren-Fabrik in Hagen, bestehend aus 48 Elementen der Type E₁₆ und 12 Elementen der Type E₂₃ mit einer Kapazität von 384/510

bezw. 540/725 Amp.-Stunden und 128/52 bzw. 180/72 Ampère Entladestrom bei 3 bzw. 10stündiger Entladung; die Ladestromstärke ist 128 bzw. 180 Amp.

In sehr übersichtlicher Anordnung enthält die in dieser Station befindliche Schalttafel aus Marmor die sonstigen zum Betriebe erforderlichen Einrichtungen und Apparate. Zunächst einen in die Erregerwicklung des Drehstrommotors geschalteten Regulirwiderstand, Strom- und Spannungsmesser, Stromrichtungsanzeiger, einen automatischen Schwachstromausschalter für 200 Amp., einen Doppelzellenschalter für 20 Zellen mit automatischem Antrieb, einen Nebenschlussregulator für die Gleichstrommaschine, dann verschiedene Ausschalter, Sicherungen und Strommesser für die Gleichstrommotoren. Ein Anlasswiderstand für die Gleichstrommaschine, wenn diese als Motor zum Anlassen des Synchronmotors dient, befindet sich ebenfalls auf der Schalttafel angebracht.

Ausser zur Lichtlieferung dient der elektrische Strom noch zum Betriebe von Elektromotoren und zwar wird einer zum Antriebe der Förderschale benutzt, dieser Motor (Mod. AF 10) hat eine Leistung von 12 P. S., ein anderer Elektromotor (AF 3) für eine Leistung von 4,3 P. S. treibt eine Pumpe, ein dritter Motor für die Schmiede und Kalkmühle besitzt eine Leistung von 2,8 P. S. Die Einrichtung ist so getroffen, dass das sekundäre Gleichstromnetz entweder durch die Gleichstrommaschine, oder durch die Accumulatoren oder auch durch beide zugleich mit Strom versorgt werden kann.

Beim Anlassen des Drehstrommotors dient Gleichstrommaschine als Motor, der durch den Accumulatorstrom getrieben wird. Der Anschluss des Drehstrommotors an die Primärleitung erfolgt auf der Station Achsensmiede unter Beachtung derselben Umstände wie sie vorher bei der Parallelschaltung der Primärmaschinen beschrieben wurden, er läuft dann synchron mit der Primärmaschine und treibt bei entsprechender

Regulirung die Gleichstrommaschine an, die zur stromgebenden Maschine wird. Auch diese Inbetriebsetzung des Drehstrommotors erfordert wenig Zeit und vollzieht sich in einfachster Weise.

Die Fernleitungen sind jede am Anfang und Ende durch in jeden Pol eingeschaltete Hochspannungsblitzableiter geschützt, bei den Strassenübergängen sind unterhalb der Fernleitungen Fangnetze angebracht, die ein Herabfallen des Drahtes bei etwaigem Bruch ausschliessen, die Minimalstromausschalter machen überdies in einem solchen Falle, wie schon erwähnt, die ganze Leitung stromlos, so dass auf diese Weise alles geschehen ist, um jede besondere Gefährlichkeit der Anlage zu vermeiden. Sämmtliche Stationen sind durch Telephone mit einander verbunden, so dass eine Verständigung zwischen denselben in leichtester Weise möglich ist, eine Induktionswirkung der Fernsprechleitung ist durch Kreuzen der Starkstromleitung vollständig vermieden. Der gesamte Betrieb wird von der Station Achsens Schmiede aus geleitet und daselbst das Aus- und Ein- sowie Parallelschalten der Motoren und Primärmaschinen vorgenommen.

Die Abnahme der Anlage fand am 11., 12. und 13. Juni d. Js. statt, und es sollen hier einige dabei erhaltene Resultate mitgetheilt werden. Um die Verluste in den Freileitungen zu ermitteln, wurden die Widerstände derselben bestimmt, und dafür folgende Zahlen erhalten:

Widerstand einer Leitung von Neuwerk nach der Achsens Schmiede 2,6 Ohm,

Widerstand einer Leitung von der Achsens Schmiede nach Garkenholz 3,72 Ohm,

folglich der Widerstand einer Leitung von Neuwerk bis Garkenholz 6,32 Ohm,

es ist somit der Spannungsverlust von der ersten Primärstation bis zur zweiten bei vollem Betriebsstrom (11,5 A) 29,9 Volt oder 2,9 %, von dieser bis nach der Sekundär-

station 16,7 Volt oder 1,7 %. Der Energieverlust von der ersten bis zur zweiten Primärstation beträgt 1032, von hier bis zur Sekundärstation 226 Watt.

In der Primärstation Achsenschiemiede wurde die Drehstrommaschine bei nahezu voller Belastung längere Zeit hindurch in Betrieb gehalten und dabei ihre Arbeitsleistung bestimmt. Der Strom, den sie in die Hochspannungsleitung abgab, betrug im Mittel 4,2 Amp., die dabei gemessene Spannung zwischen zwei Leitungen (Klemmen der Maschine) war 1954,9 Volt. Aus diesen beiden Grössen ergibt sich eine scheinbare Arbeitsleistung pro Phase von 8210,6 Volt-Amp. Die mit dem Wattmeter gleichzeitig gemessene wirkliche Arbeit betrug 7652,5 Watt. Daraus ergibt sich eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, die sich aus der Beziehung $7652,5 = 8210,6 \cos \varphi$ mit $\varphi = 21,5^\circ$ berechnet.

Die von der Maschine abgegebene Gesamtarbeit war somit $\sqrt{3} \times 7652,5 = 13254$ Watt.

Die zu Beginn des Versuches vorhandene volle Belastung konnte nicht dauernd beibehalten werden, da der Wasserstand sich nicht konstant halten liess, was erst bei der erwähnten geringeren Leistung möglich war, entsprechend der Stromstärke von 4,2 Amp. gegenüber dem normalen Strome von 4,5 Amp. Der von der Gleichstrommaschine gelieferte Erregerstrom war im Mittel 7,8 Amp., der Widerstand der Erregerwicklung bestimmte sich zu 2,22 Ohm, so dass der Arbeitsverbrauch in dieser 135 Watt beträgt. Das Verhalten der Drehstrommaschine war ein vollständig normales und es kann ohne Weiteres mit Sicherheit angenommen werden, dass sie auch die volle Leistung anstandslos gegeben hätte, wenn die Verhältnisse eine solche Belastung gestattet hätten. Die Tourenzahl blieb während der ganzen Versuchsdauer konstant und betrug 975 Umdrehungen pro Minute. Der Energieverlust in der Leitung nach der

Sekundärstation war 196,8 Watt. Die am Schaltbrette dieser Station befindlichen Messinstrumente stimmten in ihren Angaben überein mit den Angaben der zur Messung verwendeten Normalinstrumente.

Die auf der zweiten Primärstation (Neuwerk) befindliche Drehstrommaschine wurde mit der jetzt zulässigen Belastung längere Zeit in Betrieb erhalten und die von derselben geleistete Arbeit gemessen. Die Maschine zeigte ein vollständig normales Verhalten, eine nennenswerthe Erwärmung der einzelnen Theile machte sich nicht bemerkbar, die Tourenzahl variirte von 725 bis 750. Die Spannung zwischen je 2 Leitungen (Klemmen der Maschine) betrug 2024 Volt, der Strom in einer Leitung war im Mittel 8,5 Amp. Daraus ergibt sich die scheinbare Leistung einer Phase zu 17 204 Volt-Ampère, die wirkliche Leistung war 15 637,9 Watt, so dass sich der Leistungsfaktor $\cos \varphi = \frac{15\,637,9}{17\,204} = 0,909 [\varphi = 25^0]$ ergibt. Die Gesamtleistung der Maschine war 27 085 Watt. Der Widerstand der Erregerwicklung bestimmte sich zu 7,33 Ohm; der Strom in derselben war im Mittel 4 Amp., folglich die Arbeit in der Erregerwicklung 117,3 Watt.

In der Sekundärstation wurde die von dem Drehstrommotor aufgenommene elektrische Arbeit gemessen, die ihm von der Primärstation Neuwerk aus zugeführt wurde, wo gleichzeitig behufs einer Kontrolle Ablesungen an den Schaltbrett-Instrumenten gemacht wurden, ferner wurde die von der Gleichstromdynamo gelieferte elektrische Nutzarbeit bestimmt; auf diese Weise war es möglich, den Wirkungsgrad der Anlage von der Primärmaschine in Neuwerk bis zu der Nutzleistung in Garkenholz zu bestimmen. Die dem Motor zugeführte Stromstärke war im Mittel 8,5 Amp., die Klemmenspannung 1916,8 Volt, somit die scheinbare Arbeit einer Phase 16 292,8 Volt-Ampère. Die mit dem Wattmeter gemessene wirkliche Arbeit ergab sich zu 14 847,6 Watt.

Aus diesen beiden Arbeiten folgt ein Leistungsfaktor

$$\cos \varphi = \frac{14847,6}{16292,8} = 0,911, \text{ somit } \varphi = 25^{\circ}.$$

Die gesammte dem Motor zugeführte Arbeit war somit gleich $\sqrt{3} \times 14847,6 = 25716$ Watt. Addirt man zu dieser Arbeit den Verlust in den Leitungen, der nach früheren 1368,8 Watt beträgt, so erhält man die von der Primärmaschine in Neuwerk an die Leitung abgegebene Arbeit, nämlich $25716 + 1368,8 = 27,085$ Watt.

Die von dem Drehstrommotor getriebene Gleichstromdynamo gab 130 Amp. bei 150 Volt, folglich eine Nutzarbeit von $130 \times 150 = 19500$ Watt. Zur Erzeugung dieser Arbeit wurden von der Primärmaschine in Neuwerk 27085 Watt geleistet, es ergibt sich somit als Wirkungsgrad das Verhältniß dieser beiden Arbeiten, nämlich

$$100 \frac{19500}{27085} = 72 \%.$$

Der Wirkungsgrad hätte sich noch günstiger gestaltet, wenn der Motor voll belastet worden wäre. Die Tourenzahl des Motors blieb konstant bei 735 Umdrehungen, die Gleichstrommaschine machte 850 Touren.

Eine Kapacitätsprobe der Accumulatoren-Batterie, die wie erwähnt der best bewährten Tudor-Type angehört, ergab mehr als die garantierte Kapazität von 384 Amp.-Stunden und zwar um etwa 14 % mehr.

Eine Prüfung des Isolationszustandes der Leitungen ergab folgendes Resultat: Es wurde zunächst der Isolationswiderstand der Fernleitungen von der Sekundärstation nach der Achsens Schmiede bei einer Spannung von 116 Volt gemessen und hierbei der Werth von 1160000 Ohm erhalten; wurden an das Leitungsnetz noch die Leitungen nach Neuwerk angeschlossen, so reduzirte sich der Isolationswiderstand auf 46800 Ohm.*) Das Gleichstromnetz in der Sekundärstation ergab in allen

*) In diesem Werthe ist der Isolationswiderstand der Gesamtanlage einschliesslich Maschinen und Accumulatoren, die als Messbatterie dienten, inbegriffen.

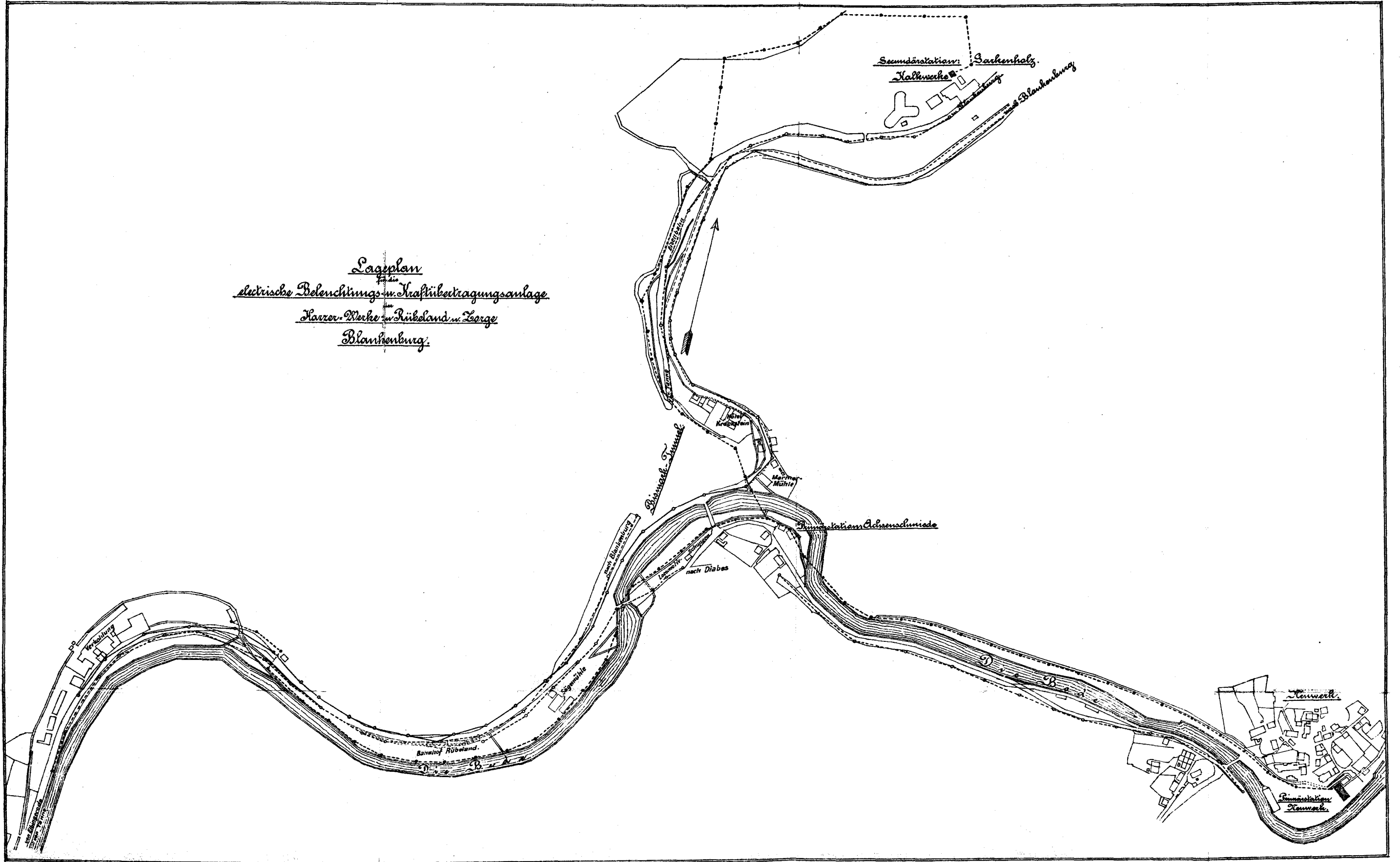
seinen Theilen eine sehr gute Isolation, die gefundenen Werthe des Isolationswiderstandes lagen durchwegs weit über der für solche Anlagen zulässigen Grenze.

Sämmtliche Messungen wurden mit dem elektrotechnischen Institute der Herzogl. technischen Hochschule zu Braunschweig gehörigen Normalinstrumenten ausgeführt, die vor und nach den Versuchen geächt wurden. Die Firma Schuckert & Co. hatte ein Wattmeter und einen Messtransformator zu den Versuchen zur Verfügung gestellt.

Die ganze Anlage, die anstandslos funktioniert, zeigt in allen ihren Theilen eine sehr sorgfältige und gediegene Ausführung und bietet dadurch volle Gewähr für einen sicheren und gefahrlosen Betrieb. Sie liefert ein interessantes Beispiel einer Energieumsetzung und Uebertragung auf grössere Entfernungen und zeigt uns wieder in wie einfacher Weise disponible Wasserkräfte, die an Ort und Stelle nicht verwendet werden können, doch verwerthet und der Industrie dienstbar gemacht werden können.



Lageplan
electriche Beleuchtungs- u. Kraftübertragungsanlage
Karzer Werke in Rübeland u. Lorge
Blankenburg.

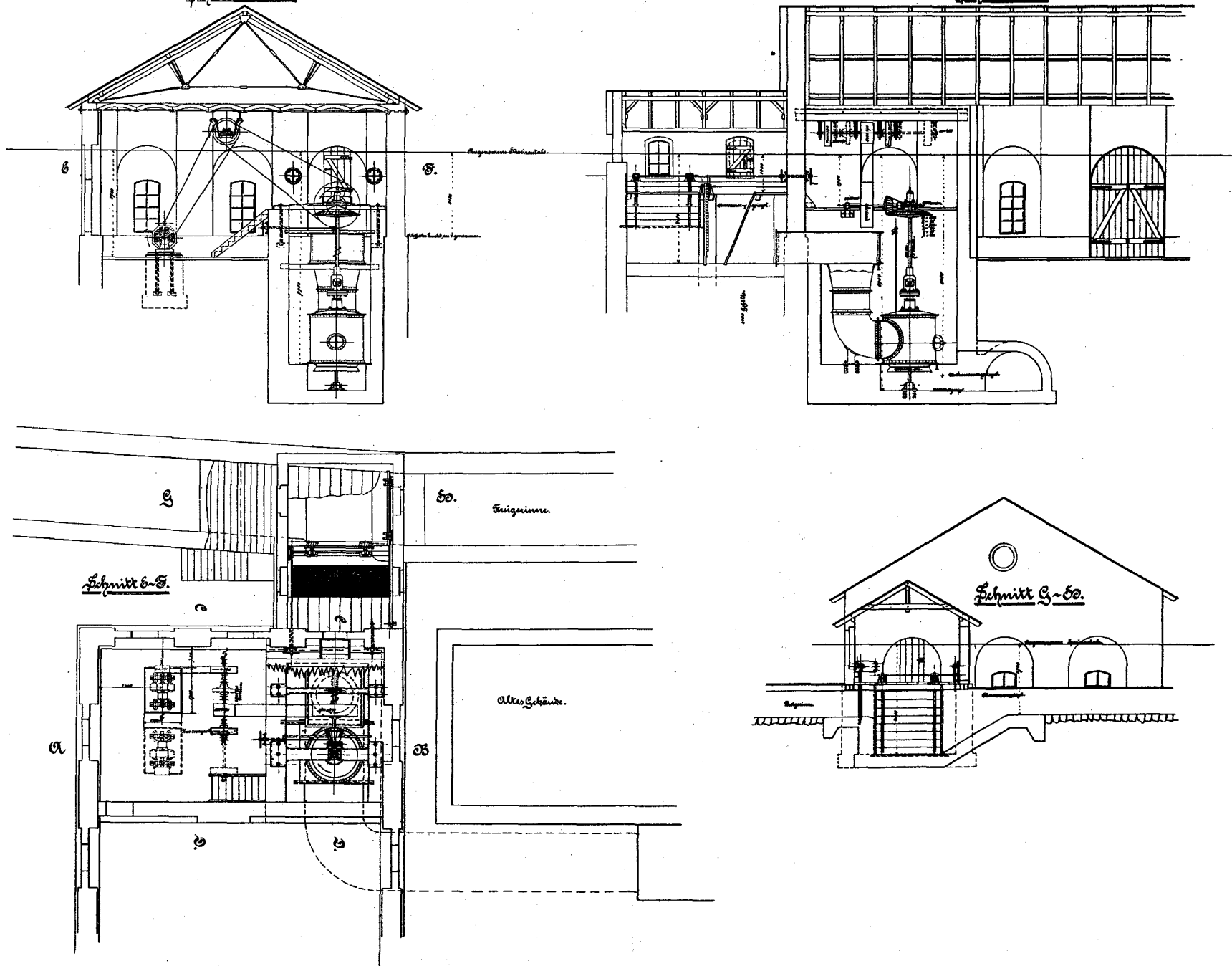


Subminenanlage in Netzwerk für die Scharer Werke, Kriebelnd.

Fig. 2a.

Schnitt A-B.

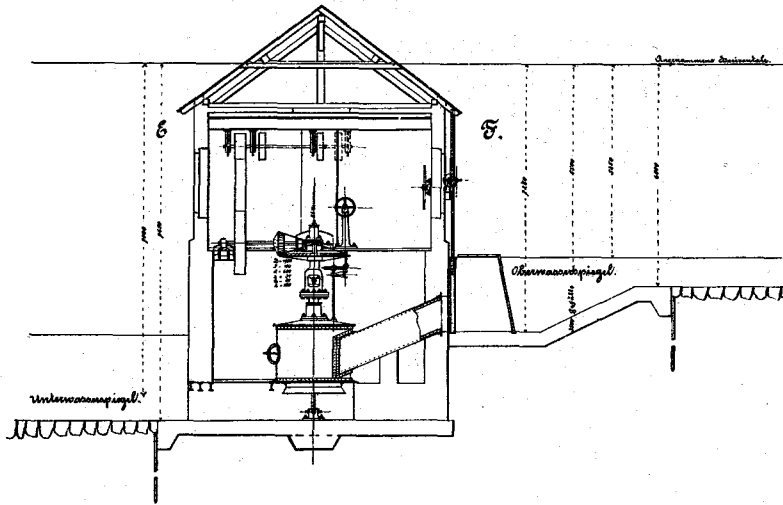
Schnitt C-D.



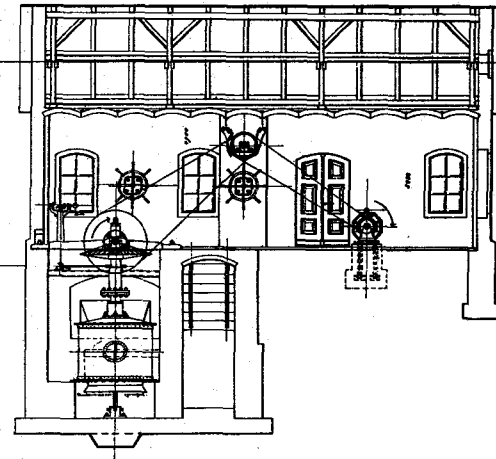
Turbinenanlage der Oessenschmiede für die Sarzer Werke, Kärnten.

Fig. 3.

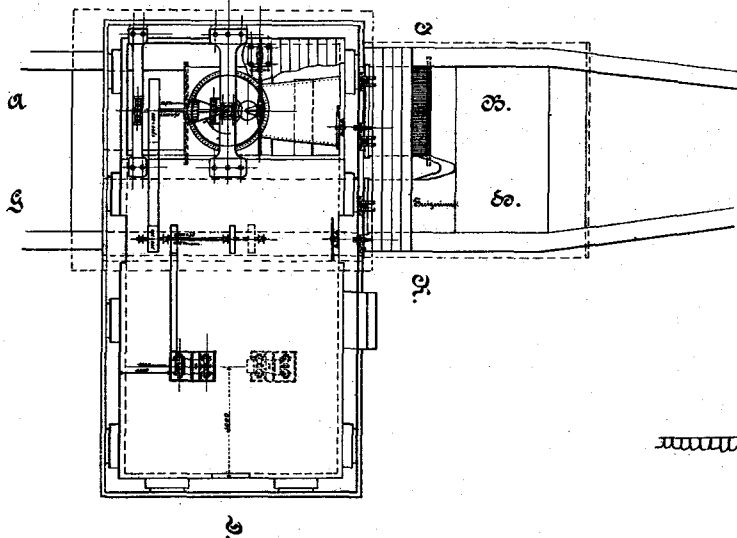
Schnitt A-B.



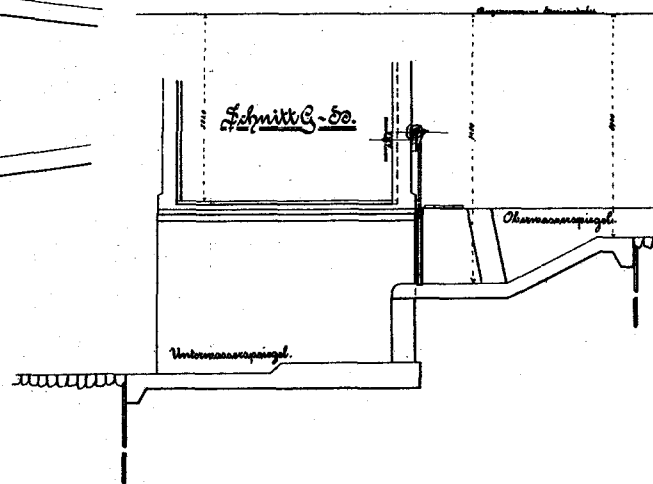
Schnitt C-D.



Schnitt E-F.



Schnitt G-H.



Schnitt I-K.

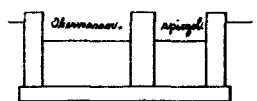
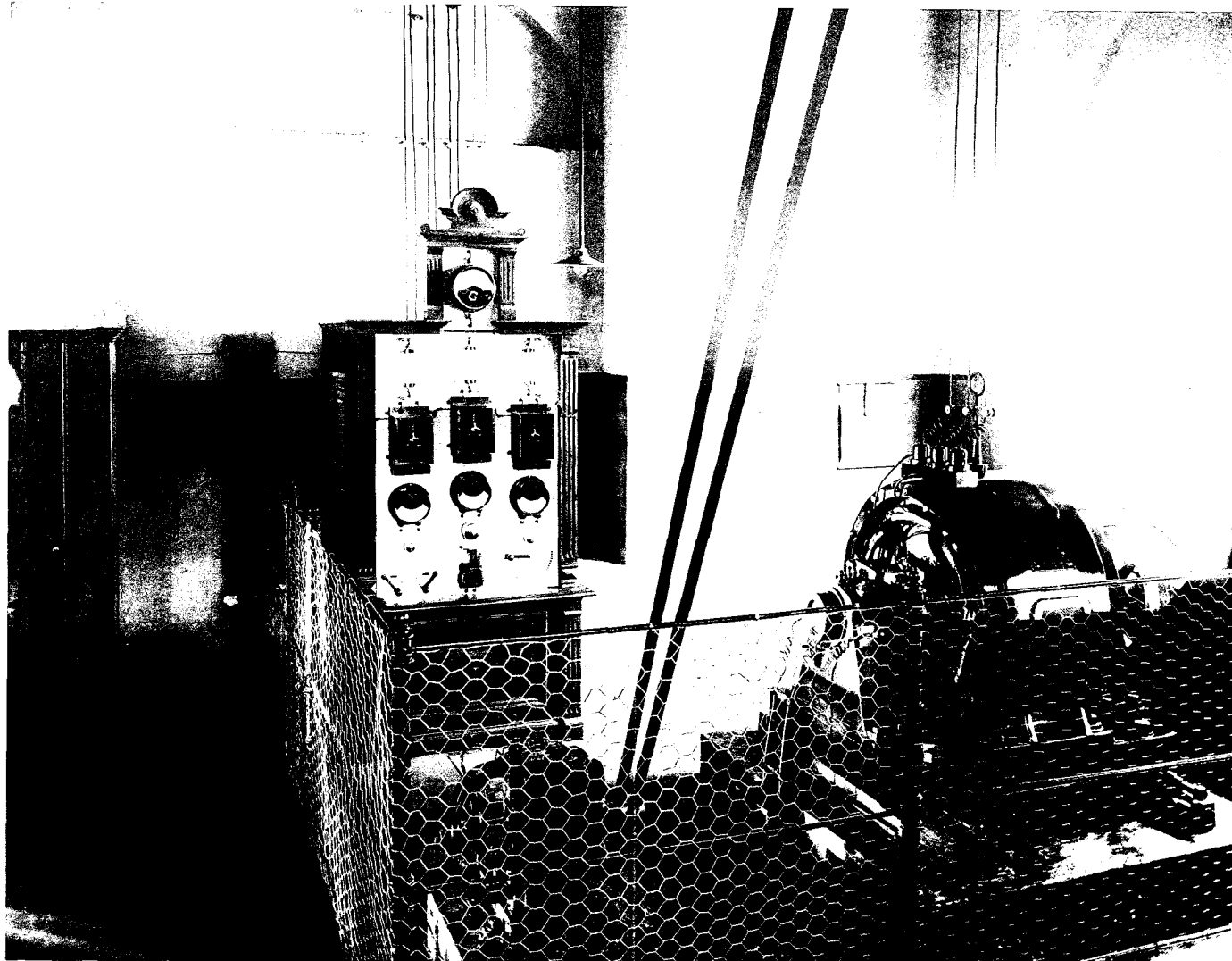


Fig. 2c.

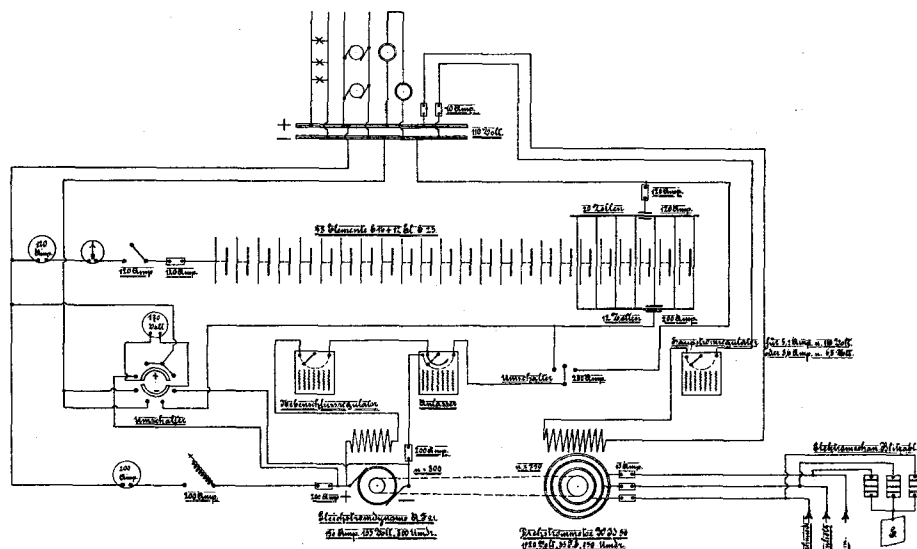


Primärstation Neuwerk
Drehstromdynamo W Id 40; 2000 Volt, 11,5 Amp., Erregerdynamo A F 1½; 15 Amp., 65 Volt.



Primärstation Neuwerk (Kreuzthal).

Schaltungsschema
für die elektrische Arbeitsübertragung
der Harzer Werke zu Kriebitzland u. Torze.



Sekundärstation Darkschloß.

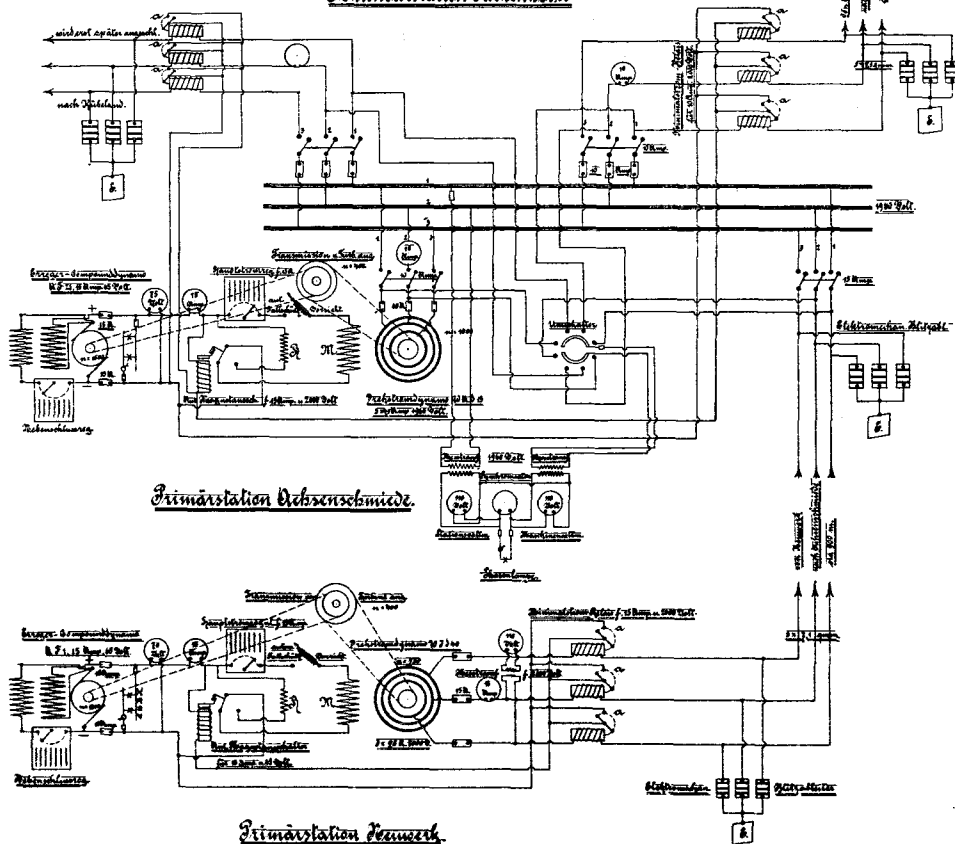
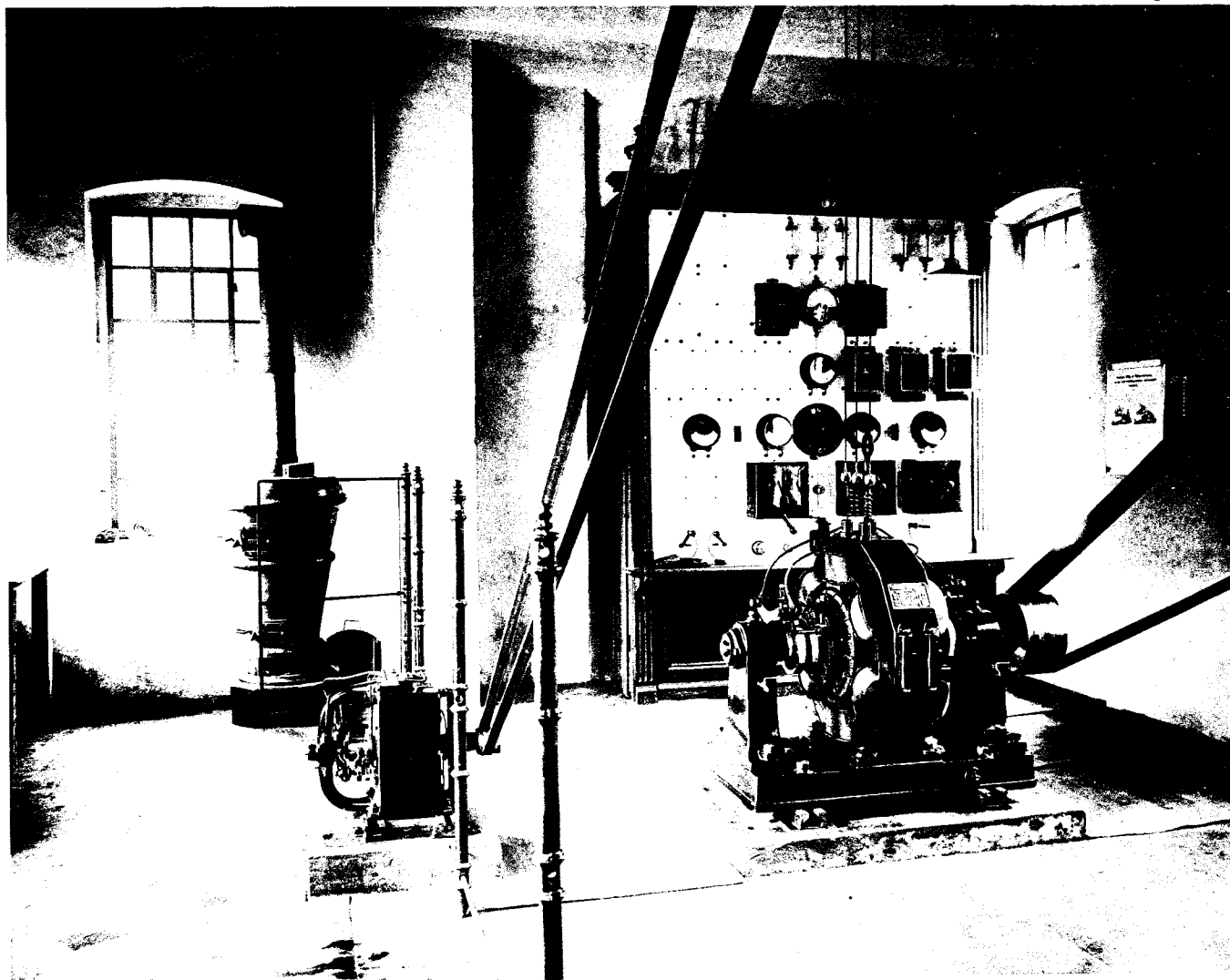


Fig. 5.



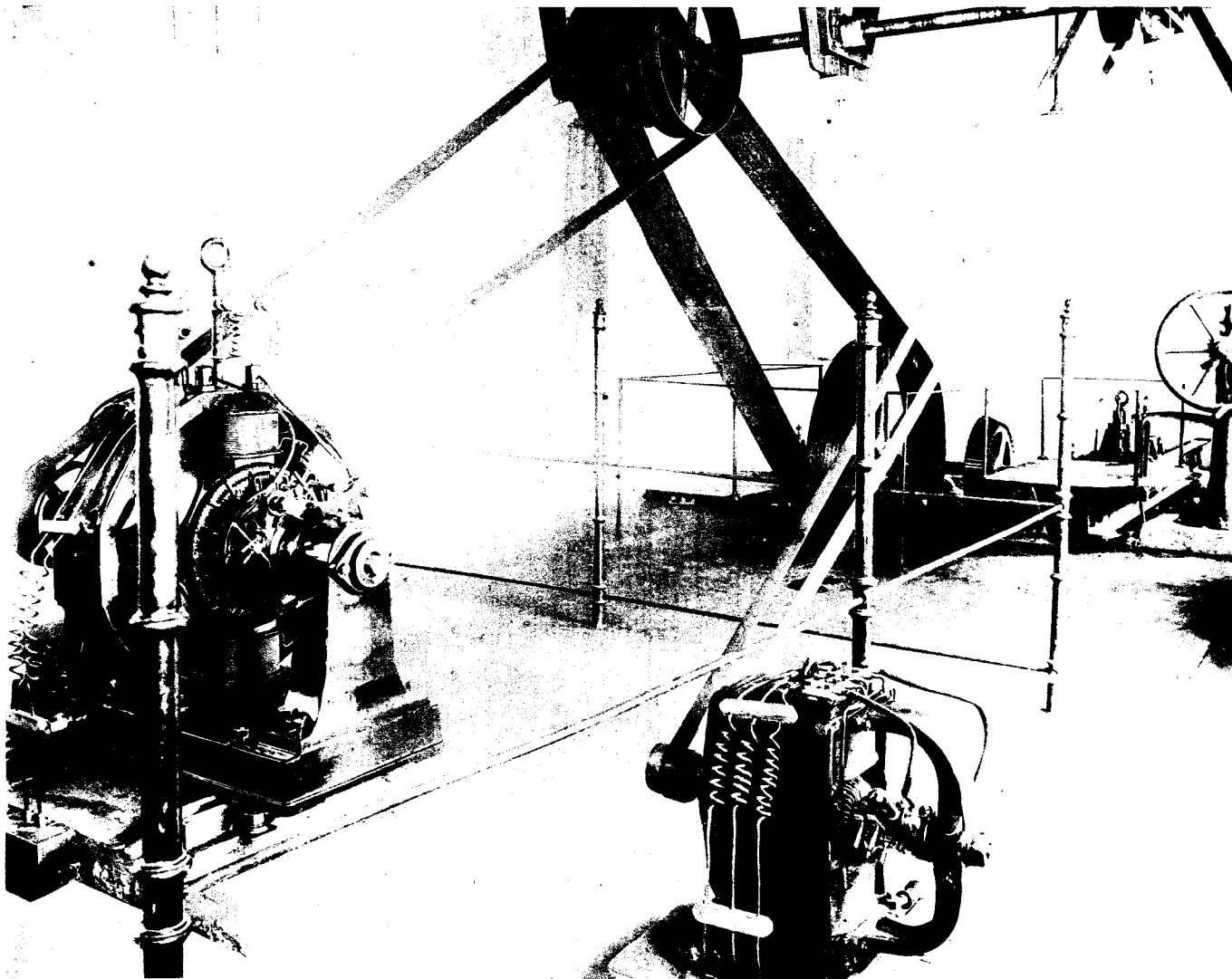
Primärstation Achsenschieme am Krockstein.

Fig. 3c.

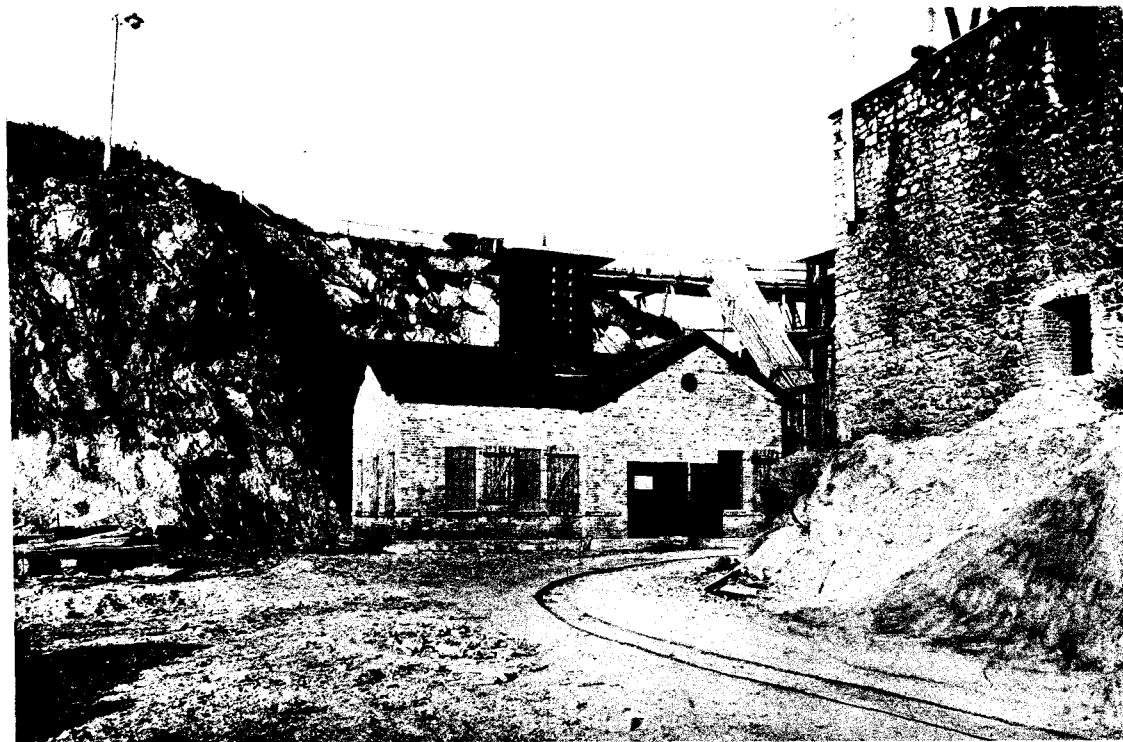


Primärstation Achsensmiede
Schaltanlage für 2 Primärstationen: Neuwerk und Achsensmiede
Hochspannung 1960 Volt.

Fig. 3d.

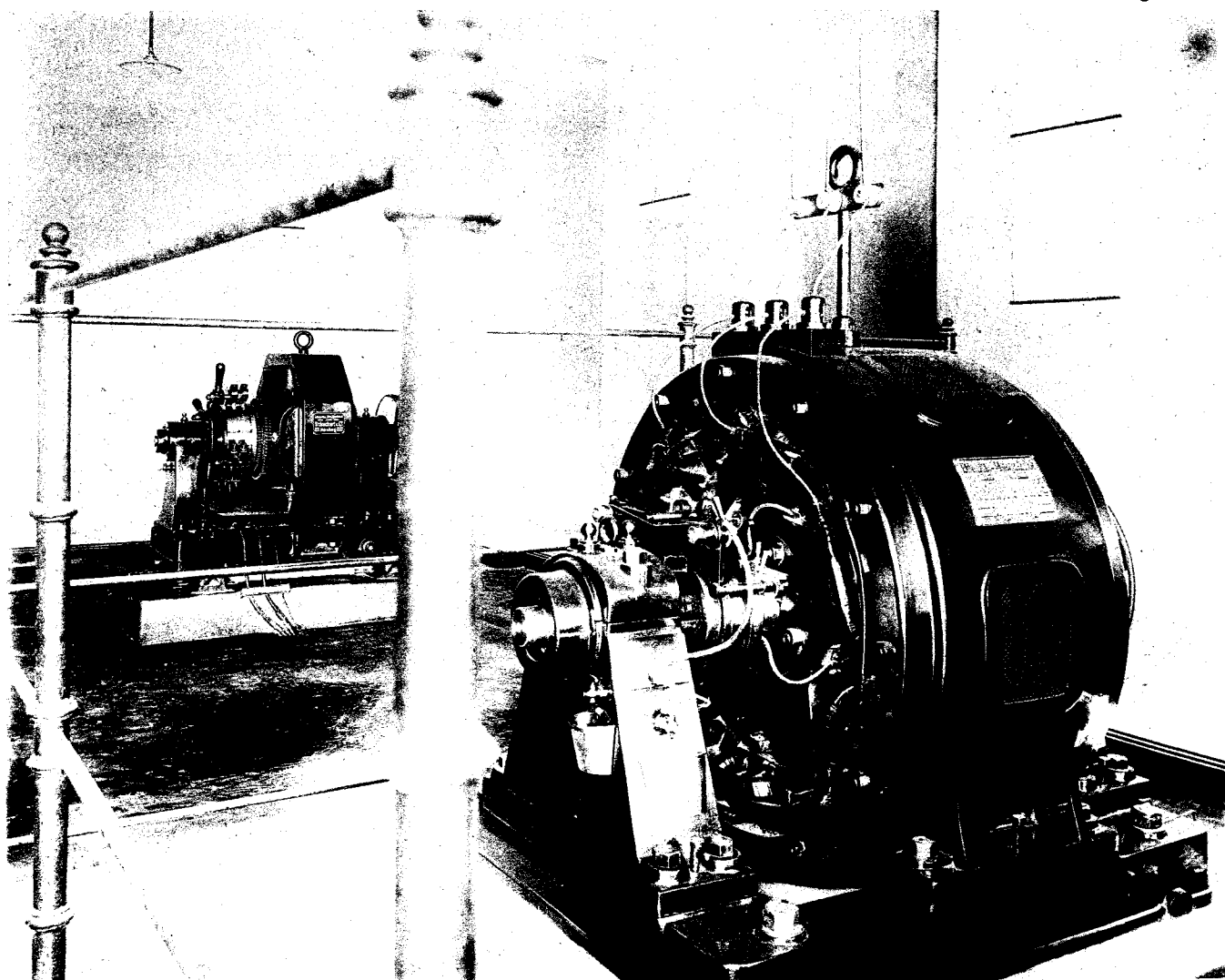


Primärstation Achsenschiene
Drehstromdynamo W Jd 15—1960 Volt, 4,5 Amp., Erregerdynamo A F $1\frac{1}{2}$ —15 Amp., 65 Volt.



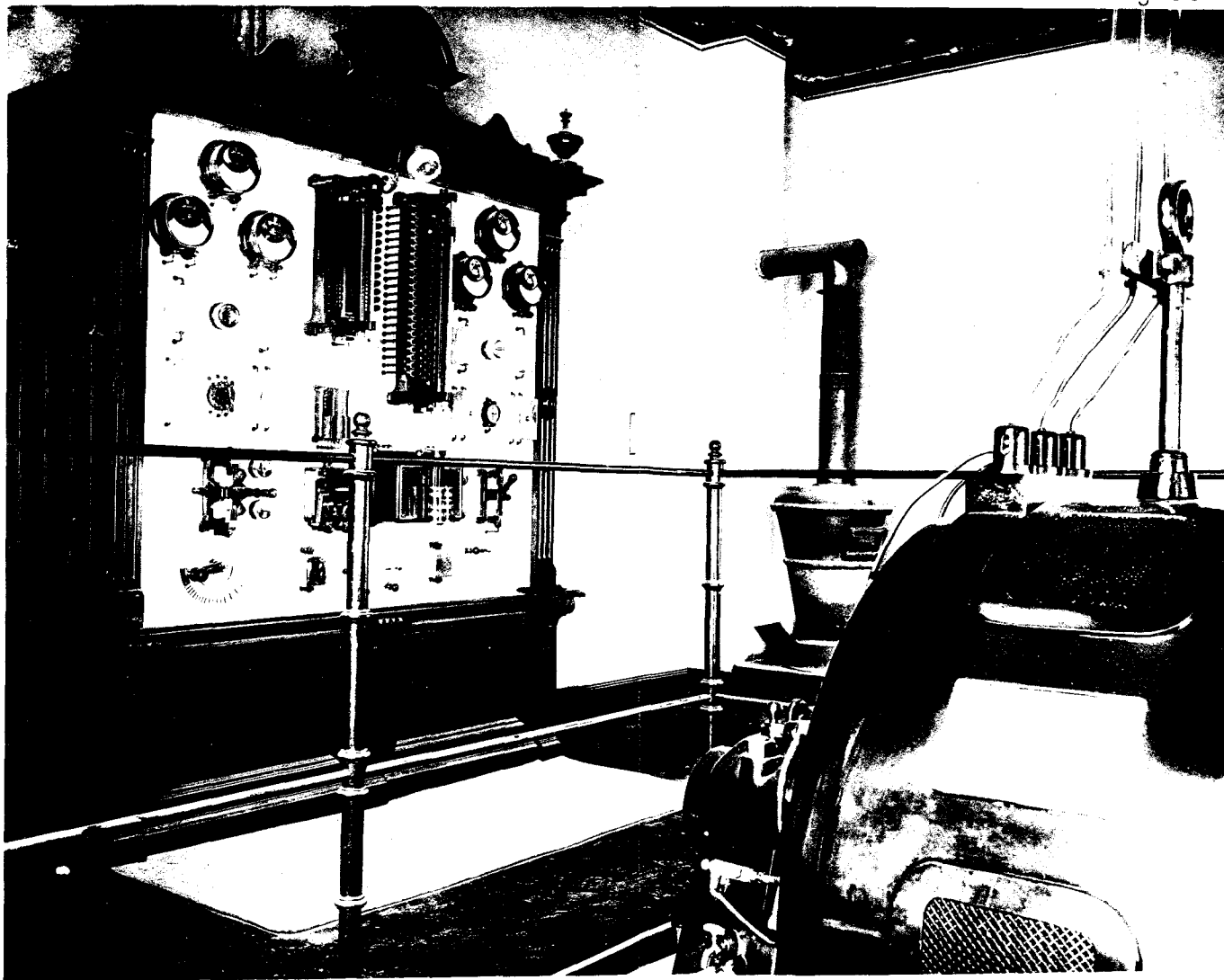
Sekundärstation Garkenholz (Kalkwerk).

Fig. 6b.



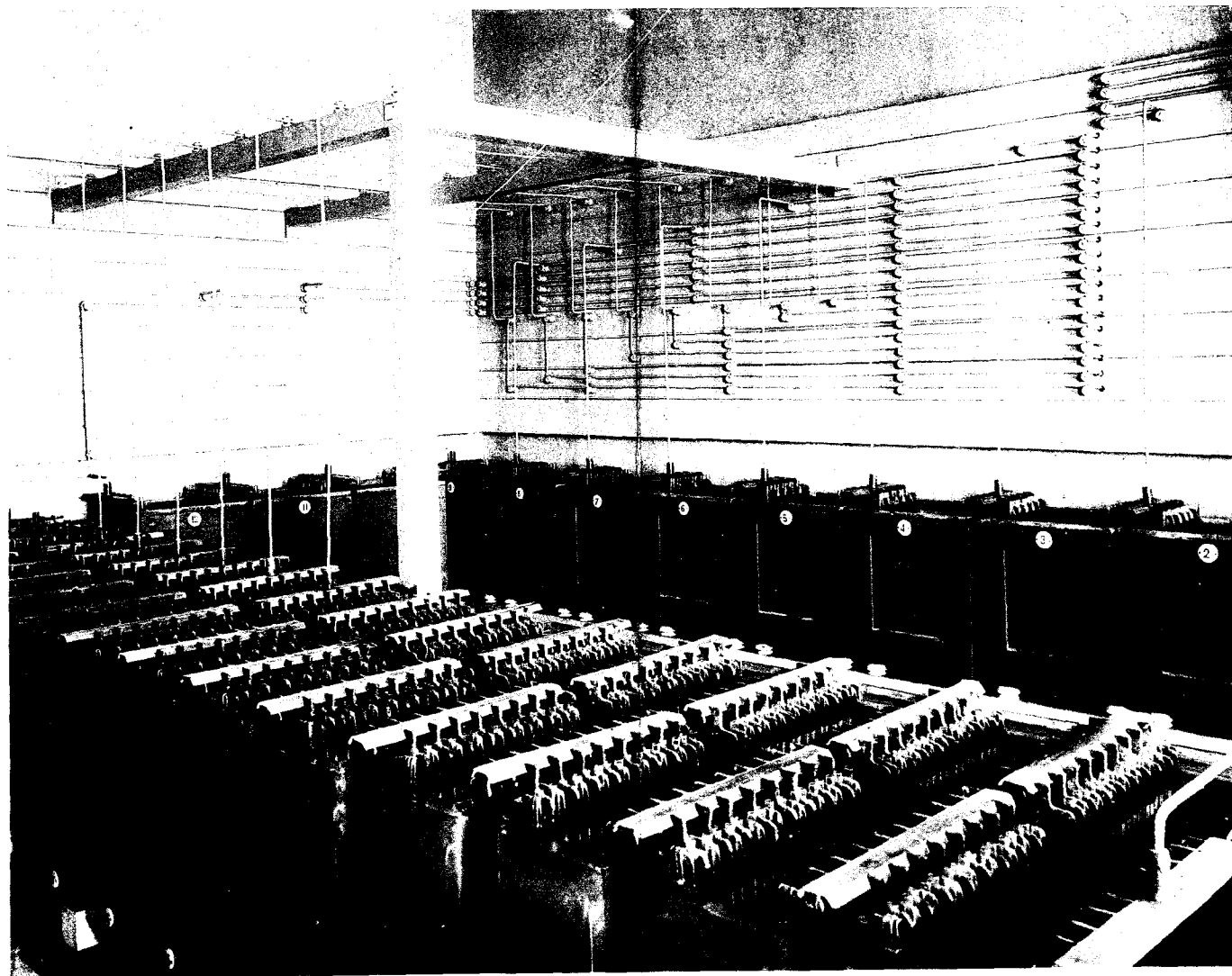
Sekundärstation Garkenholtz
Drehstrommotor W Jd 30, Gleichstromdynamo A F 21.

Fig. 6c.



Schaltanlage für Sekundärstation Garkenholz.

Fig. 6 d.



Sekundärstation Achsenschiene
Batterieraum 12 Elemente E 23. 48 Elemente E 16.

FK
HK



Druck von E. Baensch jun.

Magdeburg.